木瓜榕上昆虫群落结构及分布特征

彭艳琼[1]，杨大荣[1*]，王秋艳[1]，周 芳[2]，罗进荣[2]
（1.中国科学院西双版纳热带植物园，勐仑 666303；2.云南思茅师范高等专科学校，思茅 665000）

摘要：对西双版纳热带雨林木瓜榕上的昆虫群落结构和分布特征进行了研究。结果表明：样地内共采集到木瓜榕树上昆虫48974号，隶属9个目，30个科，56属，70种。主要是鞘翅目、鳞翅目、膜翅目、同翅目、双翅目、等翅目、半翅目、脉翅目和缨翅目的科、属和种类。属和种以鞘翅目和膜翅目类群最丰富；个体数量是膜翅目最多，高达68.79%，其中56.58%是传粉类昆虫。从垂直分布规律看：种类和数量是老茎结果部位最高，占71.34%，在青果期和熟果期表现最丰富；树冠与叶片部位次之，比率为15.68%；根部再次之（9.55%）；枝杈和主干最低，仅占3.42%。在不同季节中，雨季的种类和个体数量最高，为35.96%；干热季节次之（34.22%），干凉季节最低（29.82%）。

关键词：木瓜榕；昆虫群落结构；分布
中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）05-0629-07

On the structure and distribution of the insect communities of *Ficus auriculata*

PENG Yan-Qiong[1]，YANG Da-Rong[1*]，WANG Qiu-Yan[1]，ZHOU Fang[2]，LUO Jin-Rong[2]（1.Xishuangbanna Tropical Botanic Garden，CAS，Menglun，Yunnan 666303，China；2. Simao Junior Teachers College，Simao，Yunnan 665000，China）

Abstract: Research was carried out on the structure and distribution of insect communities of *Ficus auriculata* in the tropical rainforest of Xishuangbanna. A total of 48 974 insect specimens representing 9 orders，30 families，56 genera，and 70 species were collected. The most important groups were families，genera and species of the Coleoptera，Lepidoptera，Homoptera，Diptera，Isoptera，Hemiptera，Neuroptera and Thysanoptera，of which the Coleopera and Homoptera displayed the greatest genus and species diversity. However，in terms of numbers of individuals collected the most important group was the Homoptera，which comprised 68.79% of the total. 56.58% of these were pollinating fig wasps. Fig wasps lay eggs or pollinate when female flowers are blooming，their offspring develop into adults until the male syconia are nearly mature. As far as the law of vertical distribution is concerned，species diversity and absolute numbers were greatest on the fruiting sites of old branches where 71.34% of all insects were collected. The next most important site was the crown and leaves where about 15% of specimens were found. 9.55% were found on the roots. Insects were least common on the branch axils and trunks where only 3.42% of all specimens were collected. Numbers of species and individuals varied in different seasons. The highest diversity and abundance was recorded in the rainy season（35.96%）followed by the dry season（34.22%）and the cool season（29.82%）.

Key words: *Ficus auriculata*；insect communities；distribution

木瓜榕 *Ficus auriculata* 属于荨麻目 Urticales，桑科 Moraceae，榕属 *Ficus*，无花果亚属植物，它属于小乔木，树冠扩展、叶片宽大，是典型的“老茎开花结果”榕树，常分布于林下、林缘、稀疏林间隙中、开辟的道路、沟渠旁（吴征镒，1995）。木瓜榕在热带雨林生态系统中扮演着建群种的角色；此外它与当地少数民族的日常生活有着密切的联系，嫩叶是少数民族喜欢食用的蔬菜；木瓜榕是榕属植物中果实最大的一种，直径可达 12.5 cm，重量可超过 400 g，成熟时味甜可生食，常作为当地人民食用的水果，它还作为药材和观赏植物被广泛栽培（许再富等，1996）。木瓜榕正如其它榕属

基金项目：中国科学院知识创新工程重要方向基金（KSCX2-SW-105），国家自然科学基金（30170171）和云南省应用基础基金（2000C0083M；2001C0065M）
第一作者简介：彭艳琼，女，助理研究员，主要从事进化生态学研究
＊通讯作者 Author for correspondence，E-mail：yangdr@xtbg.ac.cn
收稿日期 Received：2001-06-18；接受日期 Accepted：2002-06-19

植物一样，在热带雨林中群体大、分布广，常常成组出现，全年常有不同植株交替开花结果，每株一年结果 3～5 次。冬季，其它科属的植物树上无果实的时候，木瓜榕则是硕果累累，为许多兽类、昆虫、鸟类、蝙蝠等动物和微生物提供食物和栖息场所，它是热带雨林中的一类重要物种（许再富，1994）。

榕树及其专一传粉榕小蜂是动植物界协同进化关系最密切的互惠共生体系，二者彼此依赖，缺一不可（Wiebes，1979；Herre，1989；杨大荣等，1999）。人们已经广泛研究了两者之间形态、生理上的适应（Herre and West，1997），榕树结果物候和榕小蜂生活周期的配合（Kjellberg and Maurice，1989），以及两者之间的共生稳定机制（West and Herre，1994）。非传粉小蜂是榕小蜂群落的重要组成部分，其中部分小蜂寄生榕果的子房，部分寄生传粉的榕小蜂或其它小蜂，对榕树及传粉榕小蜂的繁殖产生负面影响（Kerdelhue *et al*.，1996）。关注到非传粉小蜂的作用，榕树果内昆虫的研究已经从种群水平深入到群落水平，Kerdelhue 等（2000）对非洲的四种榕树果内传粉及非传粉小蜂群落结构进行了详细的阐述。但尺度扩大到树体范围内的昆虫群落组成研究很少，仅杨大荣等（1997）报道了西双版纳热带雨林中榕树动物群落结构与多样性。木瓜榕作为西双版纳热带雨林中的重要组成部分，掌握其昆虫群落结构与分布特征，了解害虫的危害特点，对益虫尤其是传粉小蜂的研究，可为热带雨林生态系统的恢复、维持稳定起到积极的作用。

1 材料和方法

1.1 研究样地

研究样地设在中国科学院西双版纳热带植物园内的榕树园、荫生植物园及沟谷雨林自然保护区三地，挂牌标记 32 株木瓜榕作为长期定点、定时采集昆虫的观察样地，同时不定期地对勐仑石灰山保护区、西双版纳小腊公路 51～55 km 处自然保护区进行观察、采集和对比研究。

1.2 方法

1.2.1 采集方法：在 1999 年 10 月～2001 年 5 月期间，每月的月初和月中旬采集 2 次，每次连续采集 3 天。对树上停息、取食的种类直接采集放入毒瓶或 75%酒精瓶中；飞行种类用网捕法采集，并仔细观察、记录访问特点；接近蛹或蛹状态的幼虫采回室中饲养，收集成虫；剖果或者套袋收集果内取食或访问者；查枝割干采集蛀干害虫，并在采集过程中做好采集记录。

1.2.2 标本制作：浸制标本，直接浸泡在 75% 的酒精瓶中，主要是小体型昆虫或者幼虫、若虫；干制标本，毒瓶杀死后，取出展姿、整形、插针，写好标签烤干后放入标本盒，加樟脑防虫保存。

1.2.3 鉴定方法：主要依据昆虫的外部形态特征或者外生殖器特征进行形态分类，参考取食特性作为鉴定依据，借助解剖镜观察细微结构进行分类和鉴定。

1.2.4 研究方法：①室外观察记录昆虫访问木瓜榕的行为；②记录不同时期访问木瓜榕的昆虫数量，将资料做统计、整理、分析各类昆虫在榕树上活动的高峰；③将昆虫数量的统计情况与木瓜榕生长发育期相结合，分析两者的相互关系以及各类昆虫间的相互关系。

2 结果与分析

2.1 木瓜榕昆虫群落结构与生态特征

经两年的采集与观察研究，共获得在木瓜榕上取食、传粉、捕食的昆虫 48 974 号，隶属 9 个目，30 科，56 属，70 种（结果见表 1）。

从表 1 中可以看出：木瓜榕树上的昆虫群落以害虫为主。取食的害虫中，取食叶片者有绒刺蛾、云南痣木虱、带耳叶蝉、牛眼臀网盾蚧、黄炎盾蚧、粉蝶灯蛾、异泛光红蝽等种类，它们往往造成叶片缺刻、干枯或仅留下网状叶脉；蛀干类有黑斑拟鹿天牛、长颈鹿天牛、小粒材小蠹、瘤粒材小蠹、黄球白蚁等种类；危害果实的有果实象虫、台湾刚毛蚜、条斑蠹蛾、云南垂耳尺蛾、榕母管蓟马等种类；在果实的不同发育期阶段，取食、拜访昆虫种类有差异，嫩果期主要是碧蛾蜡蝉、台湾刚毛蚜在苞片周围为害，同时引诱取食其蜜露的蚂蚁来访。当隐头花序中的雌花开放时，*Ceratosolen emarginatus* 进入雌果内传粉，一些则进入雄果在子房内产卵繁育后代。然后，*Sycoryctinae* 和 *Sycophaginae* 属的小蜂来到果外活动，借助长的产卵器，通过果壁把卵产进子房，前者复寄生于传粉小蜂体内；后者产卵刺激子房膨大，形成虫瘿。隐头花序（果）雌果被榕小蜂传粉后，果实迅速膨大，内含物质的变化导致鳞翅目幼虫蛀果取食；到成熟期，雄果内发育的传粉及非传粉小蜂羽化后飞出；蚂蚁则沿着

表 1　木瓜榕昆虫群落种类数量与生态特征
Table 1　Species and micro-habitats of insects collected on *Ficus auriculata*

昆虫种类 Insect species	访问部位及数量（头） Microhabitat and number collected						访问特点和形式 Behaviour and stage of development
	嫩果 Tender fruits	绿果 Green fruits	熟果 Mature fruits	叶片 Leaves	茎干 Branches	根茎 Roots	
鞘翅目 Coleoptera							
皱胸闪光天牛 *Aeolesthes holosericea*					19		幼虫蛀食干和根部，形成隧道，致使枝干枯死。
狭瘦天牛 *Distenia stenola*					2		
黑斑拟鹿天牛 *Epepeotes unicinctus*					2	1	
长颈鹿天牛 *Macrochenus guerini*				1	9	1	
黄八星白条天牛 *Batocera rubus*				2	1	1	
亮额咪小蠹 *Hypothenemus areccae*					7	2	幼虫、成虫均蛀食树干和根，造成树干枯死。
小粒材小蠹 *Xyleborus saxeseni*					11	6	
瘤粒材小蠹 *Xyleborus lewisi*					7	1	
凹缘材小蠹 *Xyleborus emarginatus*					1	5	
果实象虫 *Curculio chenensis*		309	34				蛀食果实，加速果腐烂。
长管小瓢虫 *Scymnus longisiphonulus*				91	18		捕食木瓜榕同翅目昆虫天敌。
筛阿鳃金龟 *Apogonia cribricollis*				5		68	幼虫危害木瓜榕根部，成虫危害叶片，造成缺刻。
二斑鳃金龟 *Lepidiota bimaculata*				3		40	
华脊鳃金龟 *Holotrichia sinensis*						12	
毒隐翅虫 *Paederus fuscipes*			140				在熟果内捕食小蜂等昆虫。
小红隐翅虫 *Paederus idea*			308				
同翅目 Homoptera							
带耳叶蝉 *Ledra serrulata*				194			刺吸嫩叶片，吸取叶汁液。
碧蛾蜡蝉 *Geisha distinctissima*	41			76	23		刺吸果汁液，其蜜露招引蚂蚁。
眼臀网盾蚧 *Pseudaonidia duplex*	104			62	11		在叶片上或枝干上刺吸汁液，造成树体营养不良。
黄炎盾蚧 *Hemiberlesia cyanophylli*				146	5		
椭圆盾蚧 *Aspidiotus destructor*				225			
全瓣臀凹盾蚧 *Phenacaspis cockerelli*				309			
紫胶蚧 *Laccifer lacca*				2	940		
云南痣木虱 *Macrohomotoma yunana*				560	201		危害嫩叶和嫩枝芽。
台湾刚毛蚜 *Schoutedenia viridis*	1 901						刺吸嫩果汁液，刺吸处凹陷，形成褐色硬斑。
七斑丽沫蝉 *Cosmoscarta septempunctata*				21			在嫩枝上吐沫躲藏，危害芽、嫩枝，形成泡沫污染植物表面。
晃光三刺角蝉 *Tricentrus fulgidus*				14			取食嫩枝上汁液。
鳞翅目 Lepidoptera							
圆斑黄缘禾螟 *Cirrhochrista brizoalis*	9	22	11				幼虫取食果实，形成孔洞。
嘴壶夜蛾 *Oraesia emiarginata*			111				成虫取食成熟榕果。
乌嘴壶夜蛾 *O. Excavata*			93				成虫取食成熟榕果。
蛀果蛾 *Heterogymna* sp.	17	203	45				幼虫蛀食榕果。
粉蝶灯蛾 *Nyctemera plagiferra*				31			幼虫取食嫩叶，造成缺刻。
条斑蠹蛾 *Xyleutes ceramicus*	109	320	75				幼虫蛀食果实，造成孔洞，果内形成隧道。
闪蓝斑蠹蛾 *Xyleutes mineus*				431			
波纹蛱蝶 *Ariadne ariadne*				15	11	1	成虫取食落地腐烂果，停息在枝杆和叶上。
赤蛱蝶 *Cynthis cardui*				70	5		
枯叶蛱蝶 *Kallima inachus*				81	27		
云南垂耳尺蛾 *Terpna apicalis*				93	3		取食果实，形成黑斑。
一点拟灯蛾 *Asota caricae*				17			幼虫取食嫩叶和嫩果。
绒刺蛾 *Phocoderma velutina*				29			危害嫩叶片。
小地老虎 *Agrotis ypsilon*						194	取食榕树嫩根。

续表 1

昆虫种类 Insect species	访问部位及数量（头） Microhabitat and number collected						访问特点和形式 Behaviour and stage of development
	嫩果 Tender fruits	绿果 Green fruits	熟果 Mature fruits	叶片 Leaves	茎干 Branches	根茎 Roots	
等翅目 Isoptera							
黄球白蚁 *Globitermes sulphureus*			3		7	9	蛀食树皮，取食枯干和落地枯枝落叶。
印度象白蚁 *Nasutitermes sulphureus*			11		1		
小头蛮白蚁 *Microtermes dimorphus*					28	3	
膜翅目 Hymenoptera							
Ceratosolen emarginatus		2 913	16 148				给榕树授粉同时寄生在瘿花内，与榕树为互惠共生伙伴。
Philotrypesis longinatus		561	3 447				寄生其他造瘿小蜂或利用瘿花发育，对传粉榕小蜂有害。
Sycoscapter roxburghi		351	1 804				
Platyneura sp1		276	1 146				从榕果外壁产卵进入子房，形成虫瘿，与传粉榕小蜂争夺资源。
Platyneura sp2		401	987				
Platyneura sp3		211	551				
蜡蚧斑翅蚜小蜂 *Aneritus ceroplastae*				497			寄生叶片上蚜虫。
凹纹胡蜂 *Vespa auraria*			74				捕食木瓜榕上鳞翅目幼虫和取食熟榕果的汁液。
果马蜂 *Polistes olivaceus*			50		2		
焰马蜂 *P. adustus*			110				
丽阿格姬蜂 *Agrypon facetum*				102	223		寄生叶片中鳞翅目幼虫。
红树蚁 *Oecophlla smaragdina*	70	901	413	24	56	10	沿虫蛀孔或出蜂口进入果内取食果汁，可捕食害虫，为榕树传播种子，同时也捕食和危害天敌昆虫，特别是传粉的榕小蜂。
小家蚁 *Monomorium pharaonis*			708				
鼎突多刺蚁 *Polyrhachis vicina*	14	55	70	260	96	15	
黑举腹蚁 *Crematogaster rogenhoferi*			347	270	91		
罗夫顿举腹蚁 *C. wroughtoni*				40	322	75	
半翅目 Hemiptera							
异泛光红蝽 *Dindymus rubiginosus*				11			刺吸叶片汁液。
哈奇缘蝽 *Dereferyx hardwickii*				58			
双翅目 Diptera							
元斑果蝇 *Drosophila immacularis*			407				寄生熟果和取食落果和腐烂果。
银额果蝇族 *Drosophila*							
Drosophila nasuta			2 080				
Drosophila albomicans			705				
Drosophila immacularis			2 100				
Drosophila hurmae			1 760				
缨翅目 Thysanoptera							
榕母管蓟马 *Gynaikothrips uzeli*		4		80			吸取嫩叶汁液，有机会少量进入果内破坏花蕊。
脉翅目 Neuroptera							
红肩尾草蛉 *Chrysocerca formosana*				31	4		捕食叶片和枝杆上蚜虫。
饰肩草蛉 *Chrysopa decorata*				11			

出蜂口进入果内取食果肉和小蜂雄虫，取食成熟雌果者可为木瓜榕传播种子；在腐烂果上还有大批果蝇和蝶类成虫觅食。害虫的取食危害，给木瓜榕造成了不同程度的损伤，但对天敌的招引作用，往往自己也成为被捕食或寄生的对象，*Ceratosolen emarginatus* 的传粉让木瓜榕可以继续繁衍和发展，正是

存在这些相互的抑制和促进作用，木瓜榕和昆虫群落才得于和谐发展，维持着生态系统的平衡。

2.2 不同生长发育时期昆虫群落的变化

木瓜榕由于其特殊的生理发育特性，与其它一年仅结一次果的植物不同，植株一年中仅有短期的1~2次（20~27天）休眠，每株木瓜榕一年可出现2次落叶、结果3~5次。所以在树上的昆虫群落也根据木瓜榕不同发育时期出现了非常明显的差异（表2）。

2.3 昆虫群落在树上的垂直分布与数量分布规律

木瓜榕是一类大叶片（叶片长达15~59 cm，宽达15~30 cm）的小乔木，树下覆盖度大；而隐头花序（果）则又是榕树类群中最大者（通常果实直径为5~8 cm，大者达12．5 cm），成团成簇地生长在主干中部以下的老茎上，所以在树上的昆虫群落的分布特性和个体数量也具有明显的垂直分布特点（表3）。

垂直分布的昆虫群落不管是种类还是数量上，以老茎结实部位最多，说明许多昆虫在木瓜榕上的活动是与榕果有着密切的关系；在木瓜榕青果期间（雌花期和间花期），飞来传粉和寄生的膜翅目昆虫，每个果实高达5~6个种类，100多号昆虫；而榕果成熟时，在一个果实内羽化出的膜翅目昆虫达成百上千号。次之是树冠和叶片上的昆虫群落，在该层次中在种类和数量上，是以危害榕树叶的种类为主，特别是同翅目昆虫群落的数量最高。再次之是根部的昆虫群落，在该层次中又与落果时期的双翅目昆虫为主。而枝杈和主干部位的昆虫群落从种类和数量上均最低，在该部位主要是一些蚧类昆虫和蛀皮干类鞘翅目昆虫。

2.4 干湿两季木瓜榕上昆虫种群与数量分布规律

位于热带北缘的西双版纳热带雨林地区由于地貌和自然环境复杂多样，气候多样化，除了垂直气候明显外，还具有受热带季风气候的影响，一年中四季不分明而干雨季分明的特点；雨季（5~10月）约占全年降雨量的85%；干季（11~4月）仅占全年降雨量的15%左右，在干季又有干凉季（11~2月）和干热季之分（3~4月）。由于三个季节明显，木瓜榕上的昆虫群落也根据季节的不同而种类和数量也有明显的差异（表4）。

季节的变化对木瓜榕上的昆虫种群数量有着明显的影响，9个类群中除了膜翅目昆虫的变化不是非常明显外，其它8个类群均随着季节的变化而发生非常明显的变化，在雨季（5~10月）鞘翅目、鳞翅目、等翅目、半翅目、双翅目、缨翅目6个类群的个体数量最高，也是对木瓜榕的叶片、枝杆、果实和根茎造成严重危害的季节；而在干凉季节（11~2月），除了膜翅目的个体数量比其它两个季节偏高外，其它8个类群都是最低时节；在干热季节（3~4月）是西双版纳全年降雨最少，而温度又是最高的时节，该时节中一部分耐干旱的昆虫出现了优势种群，如同翅目、缨翅目等害虫是全年个体数量最高时节，对木瓜榕的嫩叶、嫩枝和嫩果造成较重危害，随着这些种群数量的升高，它们的天敌昆虫脉翅目、膜翅目昆虫的个体数量也升高。

表2 木瓜榕不同生长时期昆虫群落和物种变化

Table 2 Variation in insects communities and species on *F. auriculata* in different growing periods

昆虫群落 Insect communities	休眠期 Dormancy	发芽期 Sprouting	绿叶期 Green leaves	青果期 Green fruits	榕果成熟期 Mature fruits	落果期 Dropping fruits
膜翅目 Hymenoptera	0	5	5	10	11	10
鳞翅目 Lepidoptera	2	7	11	11	11	7
鞘翅目 Coleoptera	9	7	12	8	12	11
同翅目 Homoptera	4	10	6	7	6	4
等翅目 Isoptera	3	2	1	2	2	2
半翅目 Hemiptera	0	2	2	2	1	1
双翅目 Diptera	0	0	0	1	2	4
脉翅目 Neuroptera	0	2	2	2	1	0
缨翅目 Thysanoptera	0	1	1	1	0	0
合计 total	18	36	40	44	46	39

表3 木瓜榕树上的昆虫群落垂直结构（32株木瓜榕上，1999～2001年采集平均数）

Table 3 Vertical structure of insects communities on *Ficus auriculata*（32 trees）

昆虫类群 Insect communities	树冠与叶片 Crown and leaves		枝杈与主干 Branches		老茎结果部 Old branches and fruit		根部 Roots	
	种类 Species	个体数 Number	种类 Species	个体数 Number	种类 Species	个体数 Number	种类 Species	个体数 Number
膜翅目 Hymenoptera	4	109	1	421	10	33 157	2	403
鳞翅目 Lepidoptera	2	301	2	7	7	561	1	18
鞘翅目 Coleoptera	2	30	10	79	2	166	4	501
同翅目 Homoptera	10	6 933	4	55	2	7	1	17
等翅目 Isoptera	0	0	3	1 074	1	5	1	72
半翅目 Hemiptera	2	19	1	3	1	19	0	0
双翅目 Diptera	1	5	1	34	5	1 025	5	3 667
脉翅目 Neuroptera	2	79	1	3	0	0	0	0
缨翅目 Thysanoptera	1	204	0	0	0	0	0	0
各类群比率 percent（%）	24	15.68%	23	3.42%	28	71.34%	14	9.55%

表4 木瓜榕上昆虫群落数量在不同季节的变化（32株木瓜榕采集结果）

Table 4 Seasonal variation in insect numbers on *Ficus auriculata*（32 trees）

昆虫类群 Insect communities	雨季（5～10月） Rainy season	干凉季（11～12月） Dry and cool season	干热季（3～4月） Dry and hot season
膜翅目 Hymenoptera	10 230	13 362	10 685
鳞翅目 Lepidoptera	537	64	286
鞘翅目 Coleoptera	440	106	230
同翅目 Homoptera	2 480	333	4 199
等翅目 Isoptera	859	43	249
半翅目 Hemiptera	21	9	11
双翅目 Diptera	2 937	795	1 005
脉翅目 Neuroptera	34	13	41
缨翅目 Thysanoptera	57	0	147
百分率 percent（%）	35.96%	29.82%	34.22%

3 讨论

（1）经两年的采集和观察研究，在西双版纳热带雨林不同样地内共采集到木瓜榕树上昆虫9个目，30个科，56属，70种，48 974号标本，从而证明了热带雨林中木瓜榕树上的昆虫群落是丰富多样的。在这些昆虫类群中，害虫种类最多，特别是鳞翅目、鞘翅目、同翅目、双翅目四大类群占危害木瓜榕的害虫种类85%，但这些害虫由于个体数量少，天敌多，在相对平衡的热带雨林生态系统中，通常不会造成很大的危害。因此，榕树昆虫群落中表现得更为重要的是它们的传粉昆虫，只有*Ceratosolen emarginatus*能为木瓜榕传粉，传粉榕小蜂也仅依赖木瓜榕的榕果才能完成后代繁衍，两者互惠共生的关系，使得传粉榕小蜂在个体数量上远远超过其它种类。由于榕树与榕小蜂之间一对一，相互之间的成功繁殖，必将促进整个榕树群落的壮大，进而促进热带雨林的稳定发展。由此可见，研究榕树与榕小蜂的群落结构和协同进化过程，掌握他们共存的机制，是必要的和有意义的工作。

（2）木瓜榕是热带雨林中一类常见的小乔木，它一年四季在不同株上均结有果实，特别是在冬季其它植物不结实的时候，它则硕果累累，为多种动物提供良好的栖息场所和丰富的食物，使多种食果动物逃过食物缺乏的饥荒，得以良好地发育和生

长。木瓜榕由于雌雄性别分离，雌雄树上昆虫群落差异较为明显，主要表现在老茎结果部位。在传粉榕小蜂访问雌雄果之后，雄果内不仅有发育的传粉小蜂，还有5种与之竞争的非传粉小蜂，这部分小蜂极大地影响着传粉榕小蜂的种群规模。进一步研究它们之间的关系，可以掌握榕小蜂成功繁殖的抑制因素。雌果经榕小蜂传粉后，是种子发育，光合产物积累的过程，易遭受害虫取食。

（3）木瓜榕在热带雨林具有分布广、种群数量大、结实次数多、果实大等特点。它不仅在热带雨林生态系统的食物链中具有重要的地位，同时，具有很好的综合利用的开发价值。所以如何既保护好木瓜榕在恢复热带雨林生态系统中的重要作用，又更好地合理开发应用好该资源，也是进一步研究的课题。

致谢 本研究中小蜂种类由法国学者Jean Yves Rasplus教授鉴定，特此致谢！

参 考 文 献（References）

Herre E A，1989．Coevolution of reproductive characteristics in 12 species of New World figs and their pollinator wasps．*Experientia*，45（1989）：637-647．

Herre E A，West S A，1997．Conflict of interest in a mutualism：documenting the elusive fig wasp-seed trade-off．*Pro．R．Soc．Lond* B，264：1 501－1 507．

Kerdelhue C，Rasplus J Y，1996．Non-pollinating Afrotropical fig wasps affect the fig-pollinator mutualism in *Ficus* within the subgenus *Sycomorus*．*Oikos*，75：3－14．

Kerdelhue C，Rossi J P，Rasplus J Y，2000．Comparative community ecology studies on old world figs and fig wasps．*Ecology*，81（10）：2 832－2 849．

Kjellberg F，Maurice S，1989．Seasonality in the reproductive phenology of *Ficus*：its evolution and consequences．*Experientia*，45：653－660．

West S A，Here E A，1994．The ecology of New World fig-parasitizing wasp Idarnes and implications for the evolution of the fig-pollinator mutualism．*Proceeding of the Royal Society of London Series*，*B*．*Biological Sciences*，258：67－62．

Wiebes J T，1979．Co-evolution of figs and their insect pollinators．*Ann*．*Rev*．*Ecol*．*Syst*．，10：1－12．

Wu Z Y，1995．Yunnan Plant Flora．Vol．6．Beijing：Science Press．595－675．［吴征镒，1995．云南植物志（第六卷）．北京：科学出版社．595－675］

Xu Z F，1994．The key *Ficus* plants of tropical rainforest in the southern of Yunnan．*Chinese Biodiversity*，2（1）：21－23．［许再富，1994．榕树——滇南热带雨林生态系统中的一类关键植物．生物多样性，2（1）：21－23］

Xu Z F，Zhu H，Yang D R，Yin S H，Wang H，Li B G，1996．Species diversity and ecological singficance of fig trees in tropical rainforests of southern Yunnan．Collected Research Papers on the Tropical Botany（Ⅳ）．Kunming：Yunnan University Press．1－15．［许再富，朱华，杨大荣，殷寿华，王洪，李保贵，1996．滇南热带雨林榕树类群多样性及生态学意义．热带植物研究论文报告集（第四集）．昆明：云南大学出版社．1－15］

Yang D R，1999．Advances on coevlution of the figs and fig wasps in China．Advance on Entomology of Resources Insects．Kunming：Yunnan Science and Technology Press．33－29．［杨大荣，1999．我国对榕小蜂与榕树协同进化研究进展．资源昆虫学研究进展．昆明：云南科技出版社．33－29］

Yang D R，Li C D，Yang B，1997．Studies on animal structure and biodiversity on *Ficus* in the tropical rainforest of Xishuangbanna，China．*Zoological Research*，18（2）：189－196．［杨大荣，李朝达，杨兵，1997．西双版纳热带雨林中榕树动物群落结构与多样性研究，动物学研究，18（2）：189－196］